

Indice del volume 1

Fisiologia della vita di relazione

STORIA DELLA FISIOLOGIA

1 Evoluzione del pensiero fisiologico	1
<i>G. Corbellini, S. Canali</i>	
Dalla teoria umorale alla concezione meccanicistica	1
Inizi della fisiologia come scienza sperimentale del vivente.	3
Trionfo della fisiologia nell'ottocento	4
Sfide della ricerca fisiologica	7
Regolazioni cardiovascolari e funzione renale. . .	7
Biochimica e controllo della respirazione . . .	8
Fisiologia dei sistemi tampone e olismo chimico-fisico.	9
Funzioni endocrine: la nuova scienza dell'endocrinologia	9
Basi fisiologiche del sistema nervoso	12
Dottrina del neurone e studi della trasmissione nervosa.	14
Ipotesi dell'integrazione funzionale del sistema nervoso.	16
Fisiologia della plasticità nervosa.	17
Frontiera chimico-fisica e molecolare dell'integrazione fisiologica: la membrana plasmatica	18
Conclusioni	19
Concetti chiave	20

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE

2 La cellula come sistema biologico integrato	21
<i>S. Fusco</i>	
Equilibrio dinamico e omeostasi	21
Sistemi di controllo dell'omeostasi.	22
Energia, direzionalità e velocità dei processi fisiologici	22
Organizzazione funzionale della cellula	23
Nucleo e organelli cellulari	24
Membrana plasmatica: una linea di confine tra autonomia e integrazione	24

Trasferimento di substrati attraverso membrane cellulari	25
Diffusione semplice	25
Diffusione facilitata	26
2.1 <i>Trasportatori del glucosio</i>	
Diffusione regolata.	29
Trasporto attivo primario	29
Trasporto attivo secondario.	30
Trasporto vescicolare	31
2.2 <i>Vescicole extracellulari: la nuova frontiera della comunicazione intercellulare e della diagnostica</i>	
Trasduzione del segnale e regolazione dell'espressione genica	34
Recettori e secondi messaggeri	34
Modificazioni post traduzionali	38
Fattori di trascrizione e meccanismi epigenetici	39
Conclusioni	40
Concetti chiave	41
3 Canali ionici	43
<i>D. Puzzo, A. Fassio</i>	
Caratteristiche dei canali ionici	43
Struttura	43
3.1 <i>Studio della struttura e della funzione di canali ionici</i>	
Selettività ionica	46
Canali passivi e ad accesso variabile	46
3.2 <i>Canali ionici attivati dalla luce e optogenetica</i>	
Stati del canale	48
Tipi di canali ionici	49
Canali voltaggio-dipendenti	49
Canali ligando-dipendenti	50
Canali da stiramento	51
Canali attivati dalla temperatura	51
Canali permeabili al sodio	52
Canali voltaggio-dipendenti per il sodio	52
Canali epiteliali per il sodio	54
Canali di leakage per il sodio	54

Modulazione farmacologica dei canali per il sodio	54	Legge del tutto-o-nulla	88
Canali permeabili al potassio	55	Carattere stereotipato del potenziale d'azione	88
Canali voltaggio-dipendenti per il potassio	57	Periodo refrattario	89
Canali per il potassio attivati dal calcio	58	Forma del potenziale d'azione e modulazione del segnale	90
Canali per il potassio rettificanti verso l'interno	59	Modello di Hodgkin e Huxley	91
Canali a due pori o di background	60	Cenni storici	91
Modulazione farmacologica dei canali per il potassio	61	Natura ionica del potenziale d'azione	91
Canali permeabili al calcio	61	Particelle di gating e variabili m, h, n	94
Canali per il calcio voltaggio-dipendenti	61	Equivalente elettrico della membrana secondo il modello H-H	95
Canali ad alta soglia di attivazione	61	Limiti del modello H-H	97
Canali a bassa soglia di attivazione	63	🔗 5.1 Nuove teorie sulla natura del potenziale d'azione	
Modulazione farmacologica dei canali per il calcio	64	Propagazione del segnale elettrico	99
Canali permeabili al cloro	64	Proprietà passive della membrana	100
Canali CLC	64	Costanti di tempo e di spazio	101
Canale CFTR	65	Propagazione del segnale lungo un cavo	102
Altri canali per il cloro	66	Propagazione del potenziale d'azione e ruolo della mielina	103
Modulazione farmacologica dei canali per il cloro	66	🔗 5.2 Il potenziale d'azione composto del nervo	
Canali permeabili all'acqua	66	🔗 5.3 Malattie demielinizzanti	
Canali attivati dall'iperpolarizzazione e regolati dai nucleotidi ciclici	68	Concetti chiave	108
Canali attivati dai nucleotidi ciclici	68		
🔗 3.3 Canalopatie		6 Trasmissione sinaptica	109
Concetti chiave	72	A. Fassio	
		🔗 6.1 La storia della sinapsi	
4 Potenziale di membrana	73	Sinapsi chimiche	111
D. Puzzo		Meccanismi presinaptici	112
Polarizzazione della membrana plasmatica	73	Sintesi e recupero del neurotrasmettitore	112
🔗 4.1 Equivalente elettrico della membrana plasmatica		Esocitosi delle vescicole sinaptiche	113
Variazioni del potenziale di membrana	77	🔗 6.2 Meccanismo molecolare della fusione neurosecretoria	
Ruolo dei gradienti ionici nel potenziale di membrana	78	🔗 6.3 Le proteine SNARE sono il bersaglio delle tossine tetanica e botuliniche	
Equilibrio elettrochimico	79	Endocitosi delle vescicole sinaptiche	116
Equazione di Nernst	79	Ciclo delle vescicole sinaptiche	118
Equazione di Goldman-Hodgkin-Katz	80	Meccanismi postsinaptici	119
Potenziale di inversione	81	Neurotrasmissione rapida e lenta	119
Ruolo della pompa sodio/potassio	81	Localizzazione dei recettori	120
Regolazione del potenziale di membrana a riposo	83	Giunzione neuromuscolare	121
Modulazione da parte dei canali ionici	83	Eventi elettrici postsinaptici e rilascio quantale	123
Transizioni up state-down state	84	Integrazione sinaptica	125
Concetti chiave	85	Sinapsi elettriche	127
		Concetti chiave	129
		7 Neurotrasmettitori	131
		D. Puzzo, A. Fassio	
		Acetilcolina	133
		Neuroni colinergici	134
		Acetilcolina: sintesi, rilascio e clearance	134
		Recettori colinergici	135

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE NERVOSE

5 Potenziale d'azione	87
D. Puzzo	
Caratteristiche del potenziale d'azione	87

Recettori nicotinici	135	Neuroni serotoninergici	167
Recettori muscarinici	137	Serotonina: sintesi, rilascio e clearance sinaptica	168
Trasmissione colinergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	137	Recettori serotoninergici	169
7.1 Effetti della nicotina sul sistema nervoso centrale		Trasmissione serotoninergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	169
Glutammato	141	Istamina	172
Neuroni glutamatergici	141	Neuroni istaminergici	173
Glutammato: sintesi, rilascio e clearance	142	Istamina: sintesi, rilascio e clearance sinaptica	173
Recettori glutamatergici	143	Recettori istaminergici	173
Recettori ionotropici per il glutammato	143	Trasmissione istaminergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	173
Recettori metabotropici per il glutammato	147	Purine	174
Trasmissione glutamatergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	148	Recettori purinergici	174
Acido γ-aminobutirrico	149	Trasmissione purinergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	175
Neuroni GABAergici	149	Neuropeptidi	175
Acido γ -aminobutirrico: sintesi, rilascio e clearance	150	Neuroni che rilasciano neuropeptidi	175
Recettori GABAergici	152	Neuropeptidi: sintesi, rilascio e clearance	175
Recettori GABA _A	152	Recettori dei neuropeptidi	176
Recettori GABA _B	153	Oppioidi endogeni	177
Inibizione fasica e tonica	153	Oppioidi: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	177
GABA inibitorio ed eccitatorio	154	Sostanza P	178
Trasmissione GABAergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	155	Somatostatina	179
Glicina	156	Colecistochinina	179
Neuroni glicinergerici	156	Neuropeptide Y	180
Glicina: sintesi, rilascio e clearance	157	Peptide intestinale vasoattivo	180
Recettori della glicina	157	Neurotrasmettitori non convenzionali	180
Trasmissione glicinergerica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	158	Endocannabinoidi	180
Monoamine	158	Endocannabinoidi: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	181
Dopamina	158	Monossido d'azoto	182
Neuroni dopaminergici	158	Sintesi del monossido d'azoto	183
Dopamina: sintesi, rilascio e clearance sinaptica	159	Meccanismo d'azione del monossido d'azoto	183
Recettori dopaminergici	160	Trasmissione nitrinergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	184
Trasmissione dopaminergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	161	Concetti chiave	185
Noradrenalina	163	8 Plasticità sinaptica	187
Neuroni noradrenergici	163	D. Puzzo, A. Fassio	
Noradrenalina: sintesi, rilascio e clearance sinaptica	163	Modelli teorici della plasticità sinaptica	187
Recettori adrenergici	164	8.1 Apprendimento non supervisionato e supervisionato	
Trasmissione noradrenergica: cenni di farmacologia e implicazioni fisiopatologiche	166	8.2 Metaplasticità	
Serotonina	167	Forza della sinapsi	192
		Plasticità sinaptica a breve termine	193

Processi di facilitazione a breve termine	193
PPF: facilitazione sinaptica	
per impulsi accoppiati	193
Incremento sinaptico transitorio	
o augmentation	194
PTP: potenziamento post tetanico	194
STD: processi di depressione a breve termine	195
Plasticità sinaptica a lungo termine	196
Potenziamento a lungo termine ippocampale	
dipendente da NMDA	196
Meccanismi di induzione	197
Meccanismi di mantenimento	198
Teoria del synaptic tagging and capture	202
Potenziamento a lungo termine ippocampale	
non dipendente da NMDA	203
Potenziamento a lungo termine	
in altre aree cerebrali	204
Depressione a lungo termine	205
Depressione a lungo termine dipendente	
da NMDA	205
Altre forme di depressione	
a lungo termine	206
🔗 8.3 <i>Alterazioni del potenziamento</i>	
<i>e della depressione a lungo termine</i>	
<i>nelle patologie</i>	
Plasticità strutturale	206
Plasticità omeostatica	209
Concetti chiave	211

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE MUSCOLARI

9 Contrazione muscolare	213
<i>M. Linari, M. Reconditi, C. Tesi</i>	
Muscolo scheletrico	213
Sarcomero	215
Teoria dello scorrimento dei filamenti	215
Filamento sottile	217
Filamento spesso	218
🔗 9.1 <i>Isoforme del motore miosinico</i>	
<i>e tipologie muscolari</i>	
Trasmissione della forza	222
🔗 9.2 <i>Patologie legate alla distrofina</i>	
Meccanismo molecolare	
della generazione di forza	223
Ciclo dei cross bridge	223
Meccanica della contrazione	225
Condizioni di stimolazione	
e di registrazione dell'attività	
meccanica	225
🔗 9.3 <i>Metodi per lo studio</i>	
<i>della meccanica muscolare</i>	
Scossa semplice e tetano	225

Caratteristiche della contrazione	
isometrica	230
Relazione tra tensione isometrica	
e lunghezza nel muscolo	230
Relazione tra tensione isometrica	
e lunghezza del sarcomero	
nella singola fibra muscolare	231
Caratteristiche della contrazione	
isotonica	232
Curva forza-velocità e potenza	235
Risposta a un allungamento forzato	236
Accoppiamento eccitazione-contrazione	236
Potenziale d'azione	
e propagazione dell'eccitazione	237
🔗 9.4 <i>Distruzione dei tubuli T</i>	
Ruolo del calcio	
e meccanismi di liberazione	237
Recupero del calcio e rilasciamento	241
Regolazione della contrazione	241
Energetica della contrazione muscolare	243
Metabolismo energetico	244
Muscolo cardiaco	245
Proprietà meccaniche dei cardiomiociti	247
Relazione tensione-lunghezza	248
🔗 9.5 <i>Mutazioni della miosina</i>	
Muscolo liscio	249
Tipi di muscoli lisci	252
Attività elettrica e meccanica	253
Relazione tensione-lunghezza	253
Relazione forza-velocità	254
Regolazione della contrazione	255
Attivazione della contrazione	256
🔗 9.6 <i>Canale SOC ORAI1 e proteina STIM</i>	
Ciclo dei cross bridge	258
Concetti chiave	259

MECCANISMI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

10 Omeostasi e sistemi fisiologici	
di regolazione e controllo	261
<i>F. Conti</i>	
🔗 10.1 <i>Claude Bernard</i>	
🔗 10.2 <i>Omeostasi e stato stazionario</i>	
Sistemi di controllo in fisiologia	263
Cenni di teoria dei sistemi	
e di teoria del controllo	263
🔗 10.3 <i>Sintesi matematica</i>	
Sistemi di controllo fisiologici a feedback	266
Sistemi di controllo a feedback negativo	267
Interazioni tra meccanismi omeostatici	269
Omeostasi e controllo adattativo	270
Concetti chiave	271

SISTEMA NERVOSO

11 Sistema nervoso: componenti

e organizzazione	273
F. Conti	
11.1 Sir Charles Scott Sherrington e l'incipit di "The integrative action of the nervous system"	273
Cellule del sistema nervoso	273
Neuroni	273
Domini funzionali	273
11.2 Spine dendritiche	
11.3 L'introduzione del termine sinapsi	
Trasporto assonico	276
11.4 Trasporto assonico e studio delle connessioni del sistema nervoso	
Tipi di neuroni	278
Dottrina del neurone	281
11.5 Dalla teoria cellulare alla dottrina del neurone	
Livelli organizzativi del sistema nervoso	283
Cellule gliali	284
11.6 Nervenkitz, νευρο-γλία e l'identificazione delle cellule gliali	
Astrociti	284
11.7 Cellule staminali nervose	
11.8 Trasportatori del glutammato e malattie neuropsichiatriche	
Oligodendrociti	290
11.9 Malattie genetiche della mielina	
Cellule di Schwann	290
Cellule della microglia	292
Microambiente neuronale	294
Liquido cefalorachidiano	294
11.10 Meningi e diffusione di sostanze tra liquido cefalorachidiano e liquido extracellulare	
Composizione del liquido cefalorachidiano	294
Secrezione del liquido cefalorachidiano da parte dei plessi corioidei	295
Diffusione e riassorbimento del liquido cefalorachidiano	296
11.11 Edema cerebrale	
Relazioni tra liquido cefalorachidiano e liquido extracellulare	297
Barriera ematoencefalica	297
Costituenti e funzione della barriera ematoencefalica	298
Distribuzione della barriera ematoencefalica	299
Concetti chiave	299

12 Circolazione cerebrale

e metabolismo energetico del cervello	301
G. Zoccoli	
Specificità della circolazione cerebrale	301
12.1 Sistema glinfatico	
Regolazione del flusso ematico cerebrale	303
Accoppiamento neurovascolare	303
Autoregolazione cerebrale	304
12.2 Ipertensione	
Regolazione chimica	305
Anidride carbonica	305
Ossigeno	306
Fattori endoteliali	306
Metabolismo energetico cerebrale	306
12.3 Misure del flusso ematico e del metabolismo energetico nel cervello umano in vivo	307
Riserve energetiche cerebrali	308
Costo energetico delle funzioni neuronali e gliali	308
Accoppiamento tra attività sinaptica e consumo di glucosio	309
Shuttle di lattato tra astrociti e neuroni	310
Astrocito-neurone: unità metabolica delle sinapsi eccitatorie	310
Concetti chiave	311

13 Organizzazione funzionale

della corteccia cerebrale	313
F. Conti	
Suddivisioni della corteccia cerebrale	313
Il problema della fisiologia della corteccia cerebrale	313
Basi neurobiologiche delle funzioni corticali	315
Laminazione e architettura della corteccia cerebrale	315
13.1 Nascita, sviluppo e limiti della citoarchitettura	
Tipi cellulari	318
Neuroni piramidali	318
Neuroni non piramidali	320
Connessioni afferenti della corteccia cerebrale	322
13.2 Studio delle connessioni della corteccia cerebrale nell'uomo	
Afferenze talamocorticali	322
Afferenze extratalamiche	324
13.3 Una singolare malattia della corteccia cerebrale	
Connessioni efferenti della corteccia cerebrale	328
Connessioni corticocorticali	330
Organizzazione intrinseca della corteccia cerebrale	330
Circuiti intracorticali	332

Integrazione corticale:	
organizzazione gerarchica e sistemi distribuiti.	333
Aree associative della corteccia cerebrale	333
🔗 13.4 <i>Il concetto di area associativa</i>	
Organizzazione delle connessioni	
corticocorticali	336
Plasticità della corteccia cerebrale	337
Attività elettrica della corteccia cerebrale	339
🔗 13.5 <i>Elettroencefalografia</i>	
e magnetoencefalografia	
🔗 13.6 <i>Potenziali evocati</i>	
Natura e origine	
delle onde elettroencefalografiche	343
Concetti chiave	344
14 Sonno	347
C. Cirelli, G. Tononi	
Stadi del sonno e ciclo NREM-REM	347
Registrazioni elettrofisiologiche	347
🔗 14.1 <i>Monitoraggio del sonno umano</i>	
mediante polisonnografia	
Ciclo NREM-REM.	347
🔗 14.2 <i>Definizione e quantificazione</i>	
del sonno	
🔗 14.3 <i>Modificazioni del sonno</i>	
nel corso della vita	
Correlati nervosi del sonno e della veglia	351
Attività nervosa spontanea	351
Metabolismo cerebrale.	352
Capacità di rispondere agli stimoli	353
Modificazioni molecolari.	354
Centri nervosi che regolano sonno e veglia	355
Sistemi attivanti e veglia	355
🔗 14.4 <i>Alcune tappe fondamentali</i>	
della ricerca sul sonno	
Sistemi che inducono il sonno	358
Sistema generatore del sonno REM.	358
Orologio circadiano soprachiasmatico.	360
🔗 14.5 <i>Basi molecolari</i>	
del pacemaker circadiano	
Regolazione del sonno	360
Funzioni del sonno	361
🔗 14.6 <i>Filogenesi del sonno</i>	
🔗 14.7 <i>Deprivazione di sonno</i>	
Sonno e recupero cerebrale	365
Sonno e memoria	365
Sonno e omeostasi sinaptica	366
Concetti chiave	367
15 Principi generali di fisiologia sensoriale	369
S. Pifferi	
Sensazione e percezione.	369
Psicofisica	370
Classificazione dei sistemi sensoriali	371
Classificazione dei recettori sensoriali	371
Processo di trasduzione	373
Codifica dell'informazione sensoriale.	373
Modalità	374
Intensità	374
Durata e adattamento	375
Localizzazione	376
Densità d'innervazione periferica	
e acuità sensoriale	376
Soglia sensoriale.	377
Principi organizzativi comuni	
ai diversi sistemi sensoriali	377
Concetti chiave	379
16 Somestesia.	381
S. Pifferi	
Modalità sensoriali del sistema somestesico	381
Meccanoccezione.	381
Propriocezione	383
Termocezione	383
Interocezione	384
Meccanismi periferici della somestesia.	385
Meccanocettori	386
Meccanocettori della cute glabra	386
Meccanocettori della cute villosa.	388
Propriocettori	388
Termocettori.	388
Meccanismo di trasduzione	389
Trasduzione sensoriale	
dei meccanocettori e dei propriocettori	390
Trasduzione sensoriale dei termocettori	391
Meccanismi centrali della somestesia.	392
Componenti pretalamiche.	393
Territorio orofacciale.	396
Componenti talamocorticali.	397
Organizzazione delle aree corticali	
somestesiche	398
Organizzazione della corteccia	
somestesica prima.	398
Organizzazione delle cortecce	
somestesiche superiori	400
Ruolo delle cortecce frontali	
nella percezione tattile	401
Concetti chiave	403
17 Dolore.	405
F. Conti	
Natura del dolore	405
🔗 17.1 <i>La (cosiddetta) insensibilità</i>	
congenita al dolore	
🔗 17.2 <i>Come si misura il dolore</i>	
Classificazione del dolore.	409
🔗 17.3 <i>Glossario</i>	
Nocicezione.	410

Nocicettori	410
Terminazione delle fibre afferenti primarie nel corno dorsale e neuroni nocicettivi spinali	415
🔗 17.4 <i>Il dolore riferito e il dolore irradiato</i>	
Vie ascendenti nocicettive	421
Talamo	425
Corteccia cerebrale	425
Una visione d'insieme	427
🔗 17.5 <i>Significato clinico dei sistemi nocicettivi laterale e mediale</i>	
Una matrice del dolore?	429
Meccanismi endogeni antinocicettivi.	429
🔗 17.6 <i>L'effetto placebo</i>	
🔗 17.7 <i>Medicina e terapia del dolore</i>	
Prurito	438
Appendice <i>Differenze di genere nella percezione del dolore.</i>	439
Concetti chiave	440
18 Visione	441
S. Pifferi	
Percezione visiva	441
Ottica.	442
Luce visibile e interazione luce-materia	442
Lenti	444
Occhio	445
Mezzi diottrici dell'occhio	445
Cornea	445
Umore acqueo	446
Cristallino	446
Corpo vitreo	448
Formazione delle immagini sulla retina	448
Acuità visiva	449
Campo visivo.	451
Retina	451
Epitelio pigmentato	452
Fotorecettori	452
🔗 18.1 <i>Cellule gangliari intrinsecamente fotosensibili</i>	
Fototrasduzione	455
Adattamento	457
Visione fotopica e scotopica	458
Elaborazione dell'informazione nella retina . .	460
Elaborazione retinica dell'informazione cromatica	462
🔗 18.2 <i>Difetti della percezione dei colori</i>	
Proiezioni centrali	464
🔗 18.3 <i>Lesioni delle vie visive centrali</i>	
Controllo della motilità intrinseca dell'occhio. . .	465
Riflessi pupillari	465
🔗 18.4 <i>Miosi e midriasi nella pratica clinica</i>	
Accomodazione	466
Nucleo genicolato laterale	468
Corteccia visiva primaria	468
Proprietà dei neuroni della corteccia visiva primaria	469
Organizzazione funzionale della corteccia visiva primaria	471
Cortecce visive superiori	472
Fusione e percezione della profondità	473
Via dorsale e via ventrale	475
🔗 18.5 <i>Percezione dei volti</i>	
Concetti chiave	477
19 Udito	479
S. Pifferi	
Suono	479
Intensità del suono	479
Spettri sonori	481
Trasmissione meccanica dell'energia sonora	481
🔗 19.1 <i>Ipoacusia e iperacusia</i>	
Meccanotrasduzione	484
Amplificazione cocleare delle onde sonore . . .	490
Trasmissione dei segnali sonori attraverso il nervo cocleare	492
Vie acustiche centrali.	494
Ruolo delle strutture sottocorticali nella localizzazione della sorgente sonora . . .	494
Aree corticali uditive	497
Concetti chiave	499
20 Olfatto e gusto	501
S. Pifferi	
Olfatto	501
Epitelio olfattivo	501
Recettori olfattivi	502
Trasduzione degli stimoli olfattivi	504
Adattamento	504
Bulbo olfattivo	505
Tipi di neuroni e struttura laminare	505
Elaborazione dell'informazione sensoriale . . .	506
Corteccia olfattiva	506
Corteccia olfattiva primaria	506
Centri superiori	508
Gusto	508
🔗 20.1 <i>Sapore</i>	
Papille, gemme e cellule gustative	509
Recettori gustativi e trasduzione degli stimoli	511
Recettori per il dolce, l'umami e l'amaro . . .	512
Trasduzione gustativa per il dolce, l'umami e l'amaro	513
Trasduzione gustativa per il salato	513
Trasduzione gustativa per l'acido	513
Vie centrali del sistema gustativo	513
Concetti chiave	515

21 Organizzazione generale dei sistemi motori . . .	517
<i>G. Bosco, A. Battaglia-Mayer</i>	
Organizzazione dei sistemi motori	517
Controllo dei movimenti volontari	518
Pianificazione e leggi di controllo dei movimenti volontari	519
Anticipazione motoria e modelli interni del movimento	521
Controllo a retroazione e correzione degli errori	521
Controllo cognitivomotorio	522
Concetti chiave	522
22 Funzioni motorie del midollo spinale	523
<i>G. Bosco</i>	
Organizzazione anatomofunzionale del midollo spinale	523
Motoneuroni spinali	523
Interneuroni spinali	524
Riflessi	526
🔗 22.1 <i>Shock spinale</i>	
Riflesso da stiramento o miotatico	526
Fusi neuromuscolari	527
Circuito del riflesso da stiramento	529
Riflesso miotatico inverso	531
Organi tendinei di Golgi	531
Circuito del riflesso miotatico inverso	531
Riflessi da recettori articolari	533
Riflessi da meccanocettori cutanei	533
Riflesso flessorio o di retrazione	533
🔗 22.2 <i>Valutazione clinica dell'attività riflessa</i>	
Funzioni ritmiche: la locomozione	534
🔗 22.3 <i>Disturbi della deambulazione in alcune malattie neurologiche</i>	
Caratteristiche generali	534
Generazione dello schema del passo	537
Integrazione dei segnali afferenti	539
Controllo sopraspinale	540
Concetti chiave	542
23 Sistema vestibolare e controllo della postura	543
<i>G. Bosco</i>	
Sistema vestibolare	543
Morfologia degli organi vestibolari	543
Cellule ciliate vestibolari e trasduzione degli stimoli vestibolari	543
Organi otolitici	544
Canali semicircolari	545
Elaborazione centrale dell'informazione vestibolare	547
🔗 23.1 <i>Metodiche di stimolazione vestibolare</i>	
Controllo della postura	550
Equilibrio posturale	551
🔗 23.2 <i>Valutazione funzionale della postura</i>	
Orientamento posturale	551
Tono posturale	553
Strategie e sinergie neuromuscolari per il mantenimento dell'equilibrio	553
Controllo anticipatorio	555
Contributo delle informazioni sensitive e schema corporeo	555
Informazioni somestetiche	555
Informazioni vestibolari	556
Informazioni visive	556
Schema corporeo	557
Strutture del sistema nervoso centrale coinvolte nel controllo posturale	557
Strutture sottocorticali	557
Corteccia cerebrale	558
🔗 23.3 <i>Disturbi della postura nelle lesioni neurologiche</i>	
Concetti chiave	560
24 Movimenti oculari	561
<i>G. Bosco</i>	
Caratteristiche generali dei movimenti oculari . . .	561
Muscoli estrinseci dell'occhio	562
Innervazione dei muscoli estrinseci dell'occhio e segnali motori	562
Tipi di movimenti oculari	564
🔗 24.1 <i>Valutazione funzionale dei movimenti oculari</i>	
Movimenti oculari per la stabilizzazione visiva	564
Riflesso vestibolo-oculare	565
Riflesso optocinetico	566
Movimenti oculari per il direzionamento dello sguardo	567
Movimenti saccadici	567
Movimenti lenti d'inseguimento	568
Ruolo dei centri troncoencefalici	568
Ruolo del collicolo superiore	569
Ruolo della corteccia cerebrale	569
🔗 24.2 <i>Disturbi oculomotori nelle lesioni neurologiche</i>	
Movimenti di vergenza	570
Concetti chiave	572
25 Cervelletto	573
<i>G. Bosco</i>	
Morfologia del cervelletto	573
Corteccia cerebellare	573
🔗 25.1 <i>Contributo di John Eccles alla fisiologia cerebellare</i>	

Struttura della corteccia cerebellare	574
Fibre afferenti alla corteccia cerebellare	574
Architettura dei circuiti della corteccia cerebellare	577
Plasticità dei circuiti cerebellari	578
Suddivisione funzionale del cervelletto	581
Vestibolocerebello	581
🔗 25.2 <i>Effetti delle lesioni cerebellari</i>	
Spinocerebello	581
Cerebrocerebello	584
Contributo cerebellare all'apprendimento motorio	584
Concetti chiave	586
26 Nuclei della base	587
G. Bosco	
Organizzazione morfofunzionale dei nuclei della base	587
Strutture di ingresso	587
Strutture di uscita	588
🔗 26.1 <i>Stimolazione intracranica profonda</i>	
Segmento esterno del globo pallido	589
Circuiti intrinseci	589
🔗 26.2 <i>Effetti delle disfunzioni dei nuclei della base</i>	
Circuiti paralleli corticostriatali	593
Circuito motorio	593
Circuito oculomotorio	594
Circuiti prefrontali	595
Circuito limbico	595
Ruolo dei circuiti corticostriatali nella selezione dei comportamenti	595
Apprendimento per rinforzo	596
Contributo dei nuclei della base al ciclo sonno-veglia	597
Concetti chiave	597
27 Controllo corticale del movimento	599
A. Battaglia-Mayer	
Organizzazione generale e vie efferenti	599
Aree frontali	599
Aree parietali	600
Aree cingolate	601
Connessioni corticocorticali e corticospinali del network parietofrontale: definizione di modulo funzionale	601
Vie corticospinali	601
Moduli paralleli corticospinali	602
Modulo motorio-premotorio dorsale spinale	602
Area motoria primaria	602
🔗 27.1 <i>Lesioni dell'area motoria primaria</i>	
🔗 27.2 <i>Brain-machine interface</i>	
Area premotoria dorsale	608
Modulo premotorio mediale spinale	611
🔗 27.3 <i>Lesioni dell'area premotoria dorsale</i>	
Aree supplementare motoria e presupplementare motoria	611
🔗 27.4 <i>Lesioni dell'area supplementare motoria</i>	
Modulo parietofrontale dorsale spinale	613
🔗 27.5 <i>Lesioni del lobulo parietale superiore</i>	
Movimenti direzionali del braccio e coordinazione occhio-mano	614
Modulo parietofrontale laterale spinale	615
Afferramento degli oggetti	616
Osservazione delle azioni: il meccanismo mirror	616
🔗 27.6 <i>Lesioni del modulo parietofrontale laterale spinale</i>	
Modulo parietopremotorio ventrale spinale	618
🔗 27.7 <i>Lesioni del modulo parietopremotorio ventrale spinale</i>	
Modulo ippocampo-parieto-cingolo-spinale	620
Corteccia retrospleniale	620
Formazione ippocampale	621
Interazione tra moduli: un nuovo ruolo per la corteccia motoria primaria	621
Concetti chiave	622
28 Apprendimento e memoria	623
D. Puzzo	
Stadi della memoria	623
Codifica, immagazzinamento e recupero	623
🔗 28.1 <i>Tecniche di memorizzazione</i>	
Engramma e basi neuronali degli stadi della memoria	625
Classificazioni della memoria	626
Classificazione temporale	626
Classificazione in relazione al contenuto	628
Memoria non dichiarativa o implicita	628
Apprendimento non associativo	628
Apprendimento associativo	629
Condizionamento classico o pavloviano	629
Condizionamento operante	630
Imprinting	631
Memoria procedurale	631
Memoria emotiva	631
🔗 28.2 <i>Test per lo studio della memoria</i>	
Aree cerebrali coinvolte nella memoria non dichiarativa	635
Memoria dichiarativa	635
Memoria episodica	635
Memoria semantica	635

Aree cerebrali coinvolte nella memoria dichiarativa	636
Ippocampo	636
Concetti chiave	641
29 Dominanza emisferica e corpo calloso	643
M. Massimini, S. Sarasso	
Asimmetrie cerebrali	643
Asimmetrie strutturali	644
Differenze a livello microscopico	646
Differenze a livello molecolare	646
Asimmetrie funzionali	646
Connessioni e disconnessioni tra gli emisferi cerebrali	647
Effetti della disconnessione emisferica	650
29.1 Un caso di disconnessione emisferica funzionale: il sonno uniemisferico	
Integrazione semplice	651
Integrazione complessa	651
29.2 Funzioni cognitive complesse e split-brain	
Dimostrazioni di asimmetria emisferica in soggetti sani	651
29.3 Asimmetrie e patologie psichiatriche	
Sistema visivo	653
Sistema uditivo	654
Sistema somestesico	654
Natura e origine della specializzazione emisferica	654
Preferenza manuale	655
Concetti chiave	656
30 Fisiologia delle emozioni	657
F. Deriu	
Definizione e componenti delle emozioni	657
Parametri fisiologici come indici degli stati affettivi	658
30.1 Riconoscimento e classificazione delle emozioni	
Espressioni facciali delle emozioni	659
30.2 Espressione delle emozioni con il volto	
Relazione tra emozioni e alterazioni corporee	664
Controversia James-Cannon	664
Nascita delle teorie connessioniste	666
30.3 Disturbi affettivi	
Neuroanatomia funzionale delle emozioni	666
Organizzazione delle risposte somatiche e viscerali a uno stimolo emotivo	667
Ipotalamo	667
Sostanza grigia periacqueduttale	667
Valenza emotiva degli stimoli: riconoscimento delle emozioni ed elaborazione cognitiva	668
Amigdala	668
Corteccia temporale e giro fusiforme	669
Corteccia motoria, nuclei della base e cervelletto	672
Rappresentazione del valore affettivo di uno stimolo, regolazione delle emozioni e cognizione sociale	673
Corteccia prefrontale e orbitofrontale	673
30.4 Studi di correlazione lesione-deficit: pazienti famosi	
Insula	674
Concetti chiave	678
31 Coscienza	679
M. Massimini, G. Tononi	
31.1 Fatti e paradossi riguardanti i rapporti tra cervello e coscienza	
Un cambio di paradigma scientifico	679
Teoria dell'informazione integrata	680
Informazione	681
Integrazione	681
Misurare la coscienza	682
Verso una comprensione dei rapporti tra coscienza e cervello	682
Sistema talamocorticale	682
Cervelletto	684
Sistemi attivanti	684
Vie sensoriali	685
Vie motorie	685
Nuclei della base e circuiti corticosottocorticali	685
Circuiti intracorticali	686
Disconnessioni anatomiche e funzionali	686
Sonno senza sogni	687
Qualità della coscienza	687
Conclusioni	688
31.2 Misurare la coscienza dopo il coma	
Concetti chiave	690
32 Linguaggio	691
M. Massimini	
Produzione del linguaggio	691
Fonazione	691
Fonetica	692
Cenni di psicolinguistica e neurolinguistica	693
Organizzazione nervosa del linguaggio	693
32.1 Schema classico delle afasie	
Localizzazione delle componenti del linguaggio	695
Livello fonologico	696

Livello semantico	696
Livello morfosintattico	697
Una visione a livello di network	697
Linguaggio e dominanza emisferica	698
Sviluppo del linguaggio	699
Come avviene lo sviluppo del linguaggio nell'individuo	700
🔗 32.2 Secondo linguaggio	
Concetti chiave	701
33 Sistema nervoso autonomo	703
M. Melone	
🔗 33.1 John Newport Langley: il padre del sistema nervoso autonomo	
Rilevanza fisiologica e aspetti distintivi del SNA . . .	705
Organizzazione topografica del SNA	706
Efferenze autonome	706
Topografia delle efferenze simpatiche	706
Topografia delle efferenze parasimpatiche craniali e sacrali	707
Afferenze autonome	709
Topografia delle afferenze autonome e aspetti funzionali dei neuroni afferenti viscerali	710
Rete cerebrale del SNA	712
Trasmissione sinaptica del SNA	713
Sinapsi autonome gangliari	713
Sinapsi autonome postgangliari	715
Aspetti funzionali dell'innervazione autonomica	716
Effetti della trasmissione postgangliare sugli effettori	716
Antagonismo e cooperazione tra le divisioni del SNA nella regolazione delle funzioni viscerali	721
🔗 33.2 Sincope neurogena: un esempio di disfunzione transitoria del sistema nervoso autonomo	
Attività tonica del SNA e influenza dei ritmi circadiani sulla funzione autonoma	721
Meccanismi di controllo centrale del SNA	725
Concetti chiave	727
34 Interazioni tra il sistema nervoso e il sistema immunitario	729
C. Limatola	
Influenze del sistema nervoso sul sistema immunitario	729
🔗 34.1 Il nervo vago come "hub" infiammatorio per la comunicazione tra corpo e cervello	
Influenze del sistema immunitario sul sistema nervoso	732
🔗 34.2 La neuroimmunologia moderna	
Asse intestino-cervello	736
Concetti chiave	737



Indice del volume 2

Fisiologia della vita vegetativa

SISTEMA ENDOCRINO

- 35 **Principi generali di fisiologia endocrina** 1
E. Palma
- 36 **Asse ipotalamoipofisario e regolazione delle funzioni endocrine** 13
E. Palma
- 37 **Regolazione endocrina dell'accrescimento** 35
E. Palma

SANGUE E SISTEMA CARDIOVASCOLARE

- 38 **Sangue ed emostasi** 43
U. Faraguna
- 39 **Principi generali di fisiologia cardiovascolare** 75
C. Ferrantini, B. Colombini
- 40 **Vasi di scambio: microcircolo e sistema linfatico** 107
C. Ferrantini, B. Colombini
- 41 **Vasi di resistenza, vasi di conduzione e circolazioni distrettuali** 129
C. Ferrantini, B. Colombini
- 42 **Attività elettrica del cuore** 165
C. Ferrantini
- 43 **Attività meccanica del cuore** 211
C. Ferrantini

SISTEMA RESPIRATORIO

- 44 **Principi generali di fisiologia respiratoria** 251
N. Fagoni, M. Pecchiari
- 45 **Meccanica respiratoria** 259
M. Pecchiari
- 46 **Scambi gassosi** 299
N. Fagoni
- 47 **Controllo chimico e nervoso della respirazione** 355
M. Pecchiari, N. Fagoni

SISTEMA GASTROINTESTINALE E NUTRIZIONE UMANA

- 48 **Principi generali di fisiologia gastrointestinale** 379
M. D'Amelio
- 49 **Motilità del sistema gastrointestinale** 399
M. D'Amelio
- 50 **Secrezioni del sistema gastrointestinale** 423
M. D'Amelio
- 51 **Digestione e assorbimento** 467
M. D'Amelio
- 52 **Fisiologia della nutrizione** 507
G. Messina

COMPARTIMENTI IDRICI E SISTEMA RENALE

53	Principi generali di fisiologia renale	535
	<i>A. Frigeri</i>	
54	Formazione della preurina	547
	<i>A. Frigeri</i>	
55	Riassorbimento e secrezione nei tubuli renali . . .	567
	<i>A. Frigeri</i>	
56	Concentrazione dell'urina e diuresi	595
	<i>A. Frigeri</i>	
57	Regolazione dei liquidi corporei: bilancio idrosalino, volemia e omeostasi elettrolitica	615
	<i>A. Frigeri</i>	

FUNZIONI OMEOSTATICHE E ADATTATIVE INTEGRATE

58	Regolazione del pH	637
	<i>A. Frigeri</i>	
59	Regolazione della temperatura corporea	655
	<i>A. Silvani</i>	

60	Regolazione dell'omeostasi energetica	673
	<i>S. Diano</i>	
61	Regolazione endocrina del metabolismo glucidico	683
	<i>S. Fusco</i>	
62	Regolazione endocrina del metabolismo di calcio e fosforo	705
	<i>S. Fusco</i>	
63	Regolazione delle funzioni sessuali e riproduttive	721
	<i>E. Palma</i>	
64	Regolazione della pressione arteriosa sistemica e dei suoi determinanti	739
	<i>C. Ferrantini, B. Colombini</i>	
65	Adattamenti metabolici e cardiorespiratori all'esercizio fisico	759
	<i>S. Pogliaghi</i>	
66	Adattamenti all'altitudine, alle profondità marine e all'assenza di gravità	787
	<i>S. Pogliaghi</i>	
67	Fisiologia dell'invecchiamento e della longevità	813
	<i>A. Cellerino</i>	